

REC'D 20 FEB 2004

WIPO PCT

EP03/51053

## CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

**COPIE OFFICIELLE**

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 23 DEC. 2003

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Mitteil

Martine PLANCHE

**SIEGE**  
26 bis, rue de Saint Petersburg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
[www.inrd.fr](http://www.inrd.fr)

Réserve à l'INPI

REMISE DES PIÈCES

DATE 20 DEC 2002

LIEU 75 INPI PARIS

N° D'ENREGISTREMENT 0216365

NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE

PAR L'INPI 20 DEC. 2002

Vos références pour ce dossier  
(facultatif)

62 975

NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE  
À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE

Marie-Pierre HENRIOT  
THALES Intellectual Property  
13, Avenue du Président Salvador Allende  
94117 ARCUEIL CEDEX

Confirmation d'un dépôt par télécopie

☐ N° attribué par l'INPI à la télécopie

2 NATURE DE LA DEMANDE

Cochez l'une des 4 cases suivantes

Demande de brevet

☒

Demande de certificat d'utilité

☐

Demande divisionnaire

☐

*Demande de brevet initiale*

N°

Date / /

*ou demande de certificat d'utilité initiale*

N°

Date / /

Transformation d'une demande de  
brevet européen *Demande de brevet initiale*

☐

N°

Date / /

3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)

GYROMETRE VIBRANT AVEC ASSERVISSEMENT DE LA FREQUENCE DE DETECTION SUR LA FREQUENCE  
D'EXCITATION

4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ

OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE

LA DATE DE DÉPÔT D'UNE

DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE

Pays ou organisation

Date / /

N°

Pays ou organisation

Date / /

N°

Pays ou organisation

Date / /

N°

☐ S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»

5 DEMANDEUR

☐ S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»

Nom ou dénomination sociale

THALES

Prénoms

Forme juridique

Société Anonyme

N° SIREN

5 5 2 0 5 9 0 2 4

Code APE-NAF

Adresse

Rue

173, Boulevard Haussmann

Code postal et ville

75008 PARIS

Pays

FRANCE

Nationalité

Française

N° de téléphone (facultatif)

N° de télécopie (facultatif)

Adresse électronique (facultatif)

Réservé à l'INPI

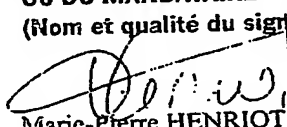
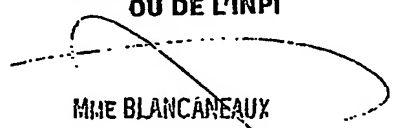
REMISE DES PIÈCES

DATE **20 DEC 2002**

LIEU **75 INPI PARIS**

N° D'ENREGISTREMENT **0216365**  
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

DB 540 W / 262339

Vos références pour ce dossier : (facultatif)		62 975	
<b>6 MANDATAIRE</b>			
Nom		HENRIOT	
Prénom		Marie-Pierre	
Cabinet ou Société		THALES	
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		8325	
Adresse	Rue	13, Avenue du Président Salvador Allende	
	Code postal et ville	94117	ARCUEIL CEDEX
N° de téléphone (facultatif)		01 41 48 45 30	
N° de télécopie (facultatif)		01 41 48 45 01	
Adresse électronique (facultatif)			
<b>7 INVENTEUR (S)</b>			
Les inventeurs sont les demandeurs		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée	
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b>		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)	
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Paiement échelonné de la redevance		Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non	
<b>9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt (joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence) :	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes			
<b>10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire)  Marie-Pierre HENRIOT		<b>VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI</b>  MME BLANCANEUX	

## GYROMETRE VIBRANT AVEC ASSERVISSEMENT DE LA FREQUENCE DE DETECTION SUR LA FREQUENCE D'EXCITATION

L'invention concerne un gyromètre vibrant.

On rappelle le principe de fonctionnement d'un gyromètre vibrant en relation avec la figure 1.

Une masse  $M$  est suspendue sur un cadre rigide  $C$  par l'intermédiaire de deux ressorts de raideur  $K_x$  et  $K_y$ . Elle possède donc deux  
5 degrés de liberté suivant les directions  $x$  et  $y$ .

Le système peut être considéré comme un ensemble de deux résonateurs de fréquence propre  $F_x$  selon  $x$  et  $F_y$  selon  $y$ .

La masse  $M$  est excitée à sa fréquence propre  $F_x$  selon l'axe  $x$ .

En présence d'une vitesse de rotation  $\Omega$  autour du troisième axe  
10  $z$ , les forces de Coriolis provoquent un couplage entre les deux résonateurs engendrant une vibration de la masse selon l'axe  $y$ .

L'amplitude du mouvement selon  $y$  est alors proportionnelle à la vitesse de rotation  $\Omega$ .

Cette amplitude est également fonction de la différence des  
15 fréquences propres  $F_x$  et  $F_y$  : la sensibilité maximale est atteinte lorsque les deux fréquences propres sont égales.

En particulier, pour les gyromètres de haute performance, il est  
nécessaire d'obtenir une sensibilité maximale du déplacement par rapport à  
20 la vitesse de rotation. Il est donc très souhaitable de rendre ces fréquences égales.

Mais lorsque la condition d'égalité des fréquences est atteinte, la  
bande passante du gyromètre devient très faible. Pour l'augmenter, on  
asservit le mouvement de détection selon  $y$  en appliquant sur la masse une  
25 force électrostatique ou électromagnétique selon l'axe  $y$  qui contrebalance la force créée par le couplage de Coriolis. Il n'y a plus de vibration de la masse suivant  $y$  et c'est alors la force de contre-réaction proportionnelle à la vitesse de rotation  $\Omega$  qui est mesurée.

Il est donc souhaitable pour les gyromètres vibrants les plus  
30 performants de réaliser un asservissement suivant l'axe  $y$  et d'obtenir la coïncidence des fréquences  $F_x$  et  $F_y$ .

Cependant, les dispersions dues au mode de réalisation ne permettent pas d'obtenir par la fabrication un écart de fréquence

parfaitement nul. Pour égaliser les deux fréquences il est donc nécessaire de réaliser un ajustement.

Une première méthode consiste à rendre ces fréquences égales par un équilibrage mécanique. Il s'agit alors de modifier par un enlèvement  
5 de matière localisé les caractéristiques de masse ou de raideur de l'un ou l'autre des résonateurs. Cette méthode peut être utilisée pour réaliser un réglage initial grossier des fréquences.

Une autre méthode consiste à réaliser un équilibrage électrique. Par l'intermédiaire d'électrodes, on ajoute une raideur électrostatique (ou  
10 électromagnétique) variable sur un des deux résonateurs de façon à faire varier sa fréquence propre. Cette méthode permet de réaliser un réglage initial très fin des fréquences à partir d'une tension électrique appliquée sur les électrodes.

Dans le cas où l'on utilise un gyromètre dont les fréquences ont  
15 été initialement réglées par l'une de ces méthodes, le réglage initial de coïncidence des fréquences de résonance mécanique  $F_x$  et  $F_y$  ne peut être conservé à long terme et dans toutes les conditions d'environnement.

En effet des phénomènes parasites mécaniques et les phénomènes de thermoélasticité ne sont pas rigoureusement identiques pour  
20 les deux résonateurs et peuvent conduire à une différenciation des fréquences lorsque les conditions d'environnement mécanique et thermique évoluent.

Un but important de l'invention est donc de proposer un gyromètre vibrant permettant que le réglage initial de coïncidence des fréquences de  
25 résonance mécanique  $F_x$  et  $F_y$  puisse être conservé à long terme et dans toutes les conditions d'environnement.

Pour atteindre ces buts, l'invention propose un gyromètre comportant au moins une masse  $M$  apte à vibrer selon un axe  $x$  à une fréquence de résonance d'excitation  $F_x$  et apte à vibrer suivant un axe  $y$   
30 perpendiculaire à l'axe  $x$ , à une fréquence de résonance de détection  $F_y$ , sous l'effet d'une force de Coriolis engendrée par une rotation autour d'un axe  $z$  perpendiculaire aux axes  $x$  et  $y$ , principalement caractérisé en ce qu'il comporte relié à la (ou les) masse(s)  $M$ , une boucle d'asservissement de la fréquence de résonance  $F_y$  de manière à ce que  $F_y$  soit égale ou quasiment  
35 égale à  $F_x$  pendant la durée d'utilisation du gyromètre.

Cette boucle d'asservissement permet ainsi d'obtenir un asservissement permanent de la raideur  $K_y$  pour obtenir l'égalité des fréquences propres  $F_x$  et  $F_y$  selon les deux directions.

Selon une caractéristique de l'invention, il comprend un  
 5 générateur d'un signal de perturbation de la vibration de la masse  $M$  suivant  $y$ , relié à la masse  $M$ , et la boucle d'asservissement comprend des moyens de modification de la fréquence de résonance de détection  $F_y$ , des moyens de détection de la variation induite par le signal de perturbation, sur la vibration de la masse  $M$  suivant  $y$ , un signal d'erreur représentatif du  
 10 décalage entre  $F_x$  et  $F_y$  étant déduit de cette variation, et des moyens de commande des moyens de modification de  $F_y$ , la commande étant établie à partir du signal d'erreur.

Selon un premier mode de réalisation de l'invention, le générateur du signal de perturbation est relié à la masse  $M$  via les moyens de  
 15 modification de  $F_y$ .

Selon un autre mode de réalisation, le gyromètre comportant des moyens d'excitation de la masse  $M$  suivant  $y$  visant à contrebalancer la vibration suivant  $y$  engendrée par la force de Coriolis, le générateur du signal de perturbation est relié à la masse  $M$  via ces moyens d'excitation.  
 20

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui suit, faite à titre d'exemple non limitatif et en référence aux dessins annexés dans lesquels :

la figure 1 illustre schématiquement le principe de fonctionnement  
 25 d'un gyromètre vibrant,

la figure 2 représente schématiquement les principaux composants nécessaires relatifs à une seule masse d'un gyromètre selon l'état de la technique,

la figure 3 représente schématiquement une courbe représentative  
 30 de la variation de l'amplitude (en dB) du signal  $|U_{dety}|$  de détection du mouvement de la masse suivant  $y$ , en fonction de la fréquence en Hz du signal d'excitation  $U_{excy}$  selon l'état de la technique,

les figures 4a) et 4b) représentent schématiquement les courbes représentatives du signal (en l'occurrence une tension) de commande de la  
 35 modulation de fréquence (fig 4a) et du signal de perturbation  $U_{excy}$  modulé

en fréquence autour de la fréquence centrale  $F_x$  à la fréquence  $F_0$  (fig 4b), exprimés en fonction du temps,

les figures 5a), 5b), 5c) représentent schématiquement selon que  $F_y > F_x$ ,  $F_y = F_x$  ou  $F_y < F_x$ , les courbes correspondant à celles des figures 3 et 4a) ainsi que la variation correspondante de l'amplitude du signal de détection  $\Delta |U_{dety}|$ ,

la figure 6a) représente schématiquement le signal de détection  $U_{dety}$  dont l'enveloppe représente  $\Delta |U_{dety}|$ , dans le cas où  $F_x \neq F_y$ ; un signal de référence de démodulation de fréquence  $F_0$ , et un signal d'erreur  $e$  sont respectivement schématiquement représentés figures 6b) et 6c),

la figure 7 représente schématiquement les principaux composants nécessaires relatifs à une seule masse d'un exemple de gyromètre selon l'invention,

la figure 8 représente schématiquement les principaux composants nécessaires relatifs à une seule masse d'un autre exemple de gyromètre selon l'invention.

Les gyromètres vibrants de haute précision comportent généralement deux masses symétriques vibrantes fonctionnant dans un mode dit diapason.

Sur les capteurs micro-usinés, le mouvement d'excitation est généralement assuré par des forces électrostatiques suivant la direction  $x$ . Ces forces sont souvent créées au moyens de peignes électrostatiques.

Le mouvement de détection se fait selon une direction  $y$  perpendiculaire à  $x$ . Dans le cas de capteurs micro-usinés réalisés dans une structure plane, cette direction  $y$  peut suivant les cas être dans le plan de la structure plane ou perpendiculaire à ce plan.

On a représenté figure 2, les principaux composants nécessaires relatifs à une seule masse, pour des raisons de simplicité.

De manière classique, des moyens sont prévus :

- pour appliquer des forces d'excitation selon la direction  $x$  et pour détecter le mouvement des masses suivant  $x$  de manière à asservir ces forces d'excitation,

- pour détecter le mouvement des masses suivant les directions  $y$ ,
- pour appliquer des forces de contre-réaction sur les masses

suivant y, ces forces étant destinées à contrebalancer les forces créées par le couplage de Coriolis selon y.

Ces moyens sont généralement constitués par des jeux d'électrodes. Les résonateurs x et y comportent donc différents types d'électrodes :

- des électrodes d'excitation 1 permettant d'appliquer une force d'excitation selon x proportionnelle à une tension de commande  $U_{exc x}$ , et des électrodes de détection 2 fournissant une tension de détection  $U_{det x}$  proportionnelle au mouvement en x,

- des électrodes de détection 3 fournissant une tension de détection  $U_{det y}$  proportionnelle au mouvement en y,

- des électrodes de contre-réaction 4 qui sont en fait des électrodes d'excitation permettant d'appliquer une force de contre-réaction sur le résonateur y proportionnelle à une tension de commande  $U_{exc y}$ .

Les moyens de détection 2 du mouvement de la masse en x sont reliés aux moyens 1 pour appliquer des forces d'excitation selon la direction x par un oscillateur 5 et un dispositif 6 de régulation d'amplitude disposé en parallèle avec l'oscillateur 5.

Une boucle de contre-réaction ou d'excitation en y comporte les éléments suivants. Les moyens de détection 3 du mouvement de la masse en y sont reliés aux moyens 4 pour appliquer des forces de contre-réaction selon la direction y par un dispositif 7 de mise en forme, en série avec un démodulateur synchrone 8, un correcteur 9 puis un modulateur 10. Le signal de sortie du gyromètre provient du correcteur 9.

Le but de l'invention est de concevoir un asservissement permanent de  $F_y$  en contrôlant par exemple la raideur  $K_y$ , de manière à obtenir l'égalité des fréquences propres  $F_y$  et  $F_x$ . Pour cela on propose une boucle d'asservissement qui comporte des moyens de modification 11 de  $F_y$  (représentés figures 7 et 8) tels que par exemple des électrodes de contrôle de la raideur  $K_y$ , qui sont commandés à partir d'un signal d'erreur représentatif du décalage entre  $F_x$  et  $F_y$ . Le signal d'erreur est déterminé de la manière suivante.

La figure 3 représente schématiquement une courbe représentative de la variation de l'amplitude (en dB) du signal  $|U_{det y}|$  issu des électrodes de détection du mouvement de la masse suivant y, en



fonction de la fréquence en Hz du signal d'excitation  $U_{excy}$  appliqué sur les électrodes d'excitation. Cette courbe est maximale lorsque  $F_x = F_y$  et décroît sinon.

En perturbant la fréquence du signal d'excitation  $U_{excy}$ , c'est-à-dire en appliquant sur la masse une force de perturbation suivant Oy, on obtient une perturbation du signal de détection du mouvement de la masse suivant y, représentative du signal d'erreur.

La force de perturbation est engendrée en appliquant sur l'électrode 4 d'excitation en y, une tension de perturbation  $U_{excy}$  modulée en fréquence autour de la fréquence centrale  $F_x$  à la fréquence  $F_0$  de la forme suivante

$$U_{excy} = U_{exc0} \sin(2\pi(F_x + \Delta F \sin(2\pi F_0 t))t)$$

$U_{exc0}$  étant une constante.

$U_{excy}$  est représentée figure 4b) et obtenue en appliquant à un oscillateur un signal (en l'occurrence une tension) de commande de la modulation de fréquence représentée figure 4a).

On a indiqué sur la figure 4a) certaines fréquences de  $U_{excy}$ .

En pratique la modulation de fréquence n'est pas forcément sinusoïdale mais triangulaire.  $F_0$  est choisie supérieure à la bande passante du gyromètre, mais très inférieure à  $F_x$ . On a par exemple  $\Delta F$  égal à environ 10%  $F_x$ .

Selon que la fréquence de résonance  $F_y$  est inférieure, égale ou supérieure à la fréquence d'excitation  $F_x$ , les variations de l'amplitude du signal de détection  $|U_{dety}|$  seront différentes :

25

si  $F_y > F_x$ ,  $\Delta|U_{dety}| = u \sin(2\pi F_0 t)$  (secteur 1, représenté figure 5a)

si  $F_y = F_x$ ,  $\Delta|U_{dety}| = u \sin(4\pi F_0 t)$  (secteur 2, représenté figure 5b)

si  $F_y < F_x$ ,  $\Delta|U_{dety}| = -u \sin(2\pi F_0 t)$  (secteur 3, représenté figure 5c)

30

Ces variations de l'amplitude du signal de détection  $|U_{dety}|$  sont ainsi représentatives du décalage entre  $F_x$  et  $F_y$  : on en déduit le signal d'erreur e.

Selon le secteur considéré, l'amplitude du signal d'erreur est un signal de fréquence  $F_0$  en phase avec le signal de commande (secteur 1) ou en opposition de phase (secteur 3) ou un signal de fréquence  $2F_0$  (secteur

35

2).

Ces trois cas de figures sont respectivement illustrés sur les figures 5a), 5b) et 5c). On a représenté dans chaque cas, la même courbe que celle de la figure 3 ainsi que la variation du signal de commande de la modulation de fréquence de  $U_{excy}$  comme représenté figure 4a), et la variation correspondante de l'amplitude du signal de détection  $\Delta|U_{dety}|$  dont est déduit le signal d'erreur  $e$ .

Dans le cas de la figure 5a) où  $F_x < F_y$ ,  $\Delta|U_{dety}|$  est un signal de fréquence  $F_0$  en phase avec le signal de commande.

10 Dans le cas de la figure 5b) où  $F_x = F_y$ ,  $\Delta|U_{dety}|$  est un signal de fréquence  $2F_0$ .

Dans le cas de la figure 5c) où  $F_x > F_y$ ,  $\Delta|U_{dety}|$  est un signal de fréquence  $F_0$  en opposition de phase avec le signal de commande.

On a représenté figure 6a) le signal de détection  $U_{dety}$  dont l'enveloppe représente  $\Delta|U_{dety}|$ , dans le cas où  $F_x \neq F_y$ ; un signal de référence de démodulation de fréquence  $F_0$ , et le signal d'erreur  $e$  issu du dispositif de démodulation synchrone 15 sont respectivement représentés figures 6b) et 6c).

20 On va à présent décrire un gyromètre selon l'invention. Il comporte comme représenté figure 7, en plus des éléments décrits en relation avec la figure 2 et repérés par les mêmes références, un générateur 12 d'un signal de perturbation de la vibration de la masse suivant  $y$  relié à la masse  $M$ , et une boucle d'asservissement de la fréquence de résonance  $F_y$  sur la fréquence  $F_x$ .

25 La force de perturbation est engendrée en appliquant sur l'électrode 4 d'excitation en  $y$ , au moyen du générateur 12 tel qu'un oscillateur commandé en tension (" Voltage Controlled Oscillator " ou " VCO " en anglais), relié à la boucle d'excitation en  $y$ , une tension de perturbation  $U_{excy}$  modulée en fréquence autour de la fréquence centrale  $F_x$  à la fréquence  $F_0$ . Le signal de commande de l'oscillateur est celui de la figure 4a).

La boucle d'asservissement comporte les éléments suivants.

35 On récupère au moyen d'un détecteur d'amplitude 13, l'amplitude du signal  $U_{dety}$  après mise en forme par un dispositif de mise en forme 17

du signal issu des électrodes 3 de détection. Ce détecteur 13 fournit  $|U_{dety}|$  et après passage de  $|U_{dety}|$  dans un filtre 14 passe-bande étroit autour de  $F_0$  puis dans un démodulateur 15 de fréquence de référence à  $F_0$ , on dispose d'un signal d'erreur  $e$  qui devient nul lorsque la fréquence  $F_y$  devient égale à

5  $F_x$ .

Après intégration au moyen d'un intégrateur-correcteur 16, ce signal d'erreur peut commander une tension  $V$  sur l'électrode de raideur 11 modifiant la raideur  $K_y$  et donc la fréquence  $F_y$ .

La fréquence propre  $F_y$  de la masse  $M$  suivant  $y$  est donc bien  
10 asservie sur la fréquence propre  $F_x$  suivant  $X$ .

Dans le cas décrit précédemment, on a appliqué une force de perturbation sur la masse suivant  $y$ , en effectuant une modulation sur la fréquence du signal d'excitation.

15 Plutôt que de moduler la fréquence d'excitation, il est possible selon une variante de l'invention de moduler l'amplitude de la raideur électrostatique.

On applique alors sur l'électrode de raideur 11 une tension  $V + v_0 \sin(2\pi F_0 t)$  ; l'effet sur le signal de détection est alors équivalent à celui  
20 obtenu par une modulation de la fréquence du signal d'excitation.

On a représenté figure 8 le gyromètre correspondant à cette variante. La force de perturbation est alors engendrée en appliquant sur l'électrode de raideur 11 en  $y$ , la tension de perturbation  $v_0 \sin(2\pi F_0 t)$  générée par un oscillateur (12') centré sur la fréquence  $F_0$ , relié à la boucle  
25 d'asservissement de  $F_y$  sur  $F_x$ . La boucle d'asservissement est la même que celle décrite en relation avec la figure 7.

Les différents éléments décrits en relation avec les figures 2, 7 et 8 peuvent bien sûr être réalisés suivant une technologie analogique ou  
30 numérique.

Le gyromètre vibrant selon l'invention peut être à structure plane ou à trois dimensions ; il peut être micro-usiné ou non.

## REVENDICATIONS

1. Gyromètre comportant au moins une masse (M) apte à vibrer selon un axe x à une fréquence de résonance d'excitation  $F_x$  et apte à vibrer suivant un axe y perpendiculaire à l'axe x, à une fréquence de résonance de détection  $F_y$ , sous l'effet d'une force de Coriolis engendrée par une rotation  
 5 autour d'un axe z perpendiculaire aux axes x et y, caractérisé en ce qu'il comporte relié à la (ou les) masse(s) (M), une boucle d'asservissement de la fréquence de résonance  $F_y$  de manière à ce que  $F_y$  soit égale ou quasiment égale à  $F_x$  pendant la durée d'utilisation du gyromètre.

10 2. Gyromètre selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend un générateur d'un signal de perturbation de la vibration de la masse (M) suivant y, relié à la masse (M), et en ce que la boucle d'asservissement comprend

des moyens (11) de modification de la fréquence de résonance de  
 15 détection  $F_y$ ,

des moyens (3) de détection de la variation induite par le signal de perturbation, sur la vibration de la masse (M) suivant y, un signal d'erreur e représentatif du décalage entre  $F_x$  et  $F_y$  étant déduit de cette variation,

des moyens (16) de commande des moyens (11) de modification  
 20 de  $F_y$ , la commande étant établie à partir du signal d'erreur e.

3. Gyromètre selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le générateur du signal de perturbation est relié à la masse (M) via les  
 25 moyens (11) de modification de  $F_y$ .

4. Gyromètre selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le générateur du signal de perturbation est relié aux moyens (11) de modification de  $F_y$  via la boucle d'asservissement.

30 5. Gyromètre selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que le générateur du signal de perturbation est un oscillateur (12') de fréquence de référence  $F_0$  prédéterminée.

6. Gyromètre selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, caractérisé en ce que, le gyromètre présentant une bande passante prédéterminée, le signal de perturbation est un signal périodique de fréquence  $F_0$ ,  $F_0$  étant supérieure à la bande passante du gyromètre, et inférieure à  $F_x$ .

7. Gyromètre selon la revendication 2, comportant des moyens (4) d'excitation de la masse (M) suivant y visant à contrebalancer la vibration suivant y engendrée par la force de Coriolis, caractérisé en ce que le générateur du signal de perturbation est relié à la masse (M) via ces moyens (4) d'excitation.

8. Gyromètre selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comporte une boucle d'excitation en y et en ce que le générateur du signal de perturbation est relié aux moyens (4) d'excitation via la boucle d'excitation en y.

9. Gyromètre selon la revendication 7 ou 8, caractérisé en ce que le générateur du signal de perturbation est un oscillateur (12) commandé en tension.

10. Gyromètre selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, caractérisé en ce que le gyromètre présentant une bande passante prédéterminée, le signal de perturbation est un signal périodique dont la fréquence varie entre  $F_x - \Delta F$  et  $F_x + \Delta F$  selon une fréquence  $F_0$ ,  $F_0$  étant supérieure à la bande passante du gyromètre, et inférieure à  $F_x$ ,  $\Delta F$  étant égal à environ 10%  $F_x$ .

11. Gyromètre selon l'une quelconque des revendications 7 à 10, caractérisé en ce que les moyens (4) d'excitation comportent des électrodes.

12. Gyromètre selon l'une quelconque des revendications 2 à 11, caractérisé en ce que la boucle d'asservissement comprend en outre reliés en série, des moyens (7) de mise en forme du signal issu des moyens (3) de détection, un dispositif de détection d'amplitude (13), un filtre (14) passe-

bande autour de  $F_0$ , un démodulateur (15) synchrone de fréquence de référence  $F_0$ , et un intégrateur-correcteur (16) relié aux moyens (11) de modification de la fréquence  $F_y$ .

5 13. Gyromètre selon l'une quelconque des revendications 2 à 12, caractérisé en ce que, la masse (M) étant reliée à un cadre rigide (C) au moyen de ressorts selon x et y de raideur respective  $K_x$  et  $K_y$ , les moyens (11) de modification de la fréquence de résonance  $F_y$  comportent des électrodes de contrôle de la raideur  $K_y$ .

10 14. Gyromètre selon l'une quelconque des revendications 2 à 13, caractérisé en ce que les moyens (3) de détection de la variation induite sur la vibration de la masse suivant y comportent des électrodes.

15 15. Gyromètre selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le signal de perturbation étant un signal périodique de fréquence  $F_0$  prédéterminée, ce signal de perturbation un signal sinusoïdal ou triangulaire.

20 16. Gyromètre selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le gyromètre est un gyromètre micro-usiné à structure plane et en ce que les axes x et y sont dans le plan de la structure plane.

25 17. Gyromètre selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, caractérisé en ce que le gyromètre est un gyromètre micro-usiné à structure plane et en ce que l'axe x est dans le plan de la structure plane, et l'axe y n'est pas dans le plan de la structure plane.

30 18. Gyromètre selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, caractérisé en ce qu'il est à trois dimensions.

1/6

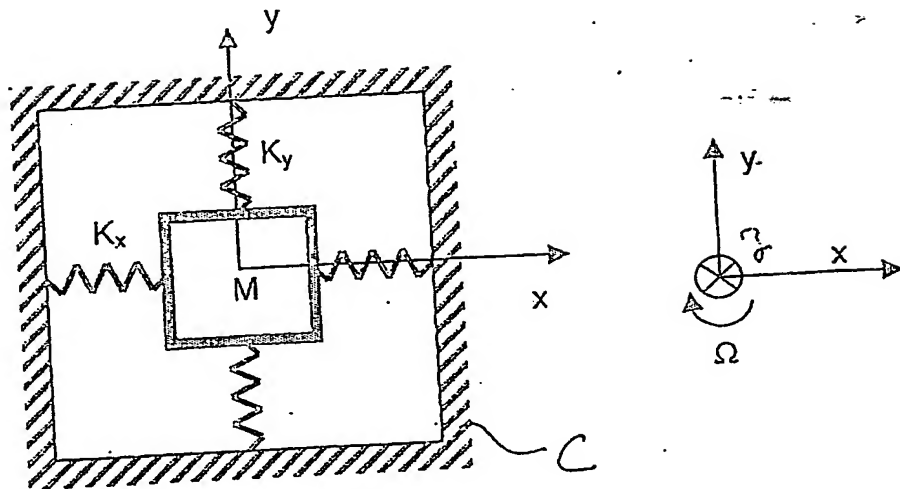


Figure 1

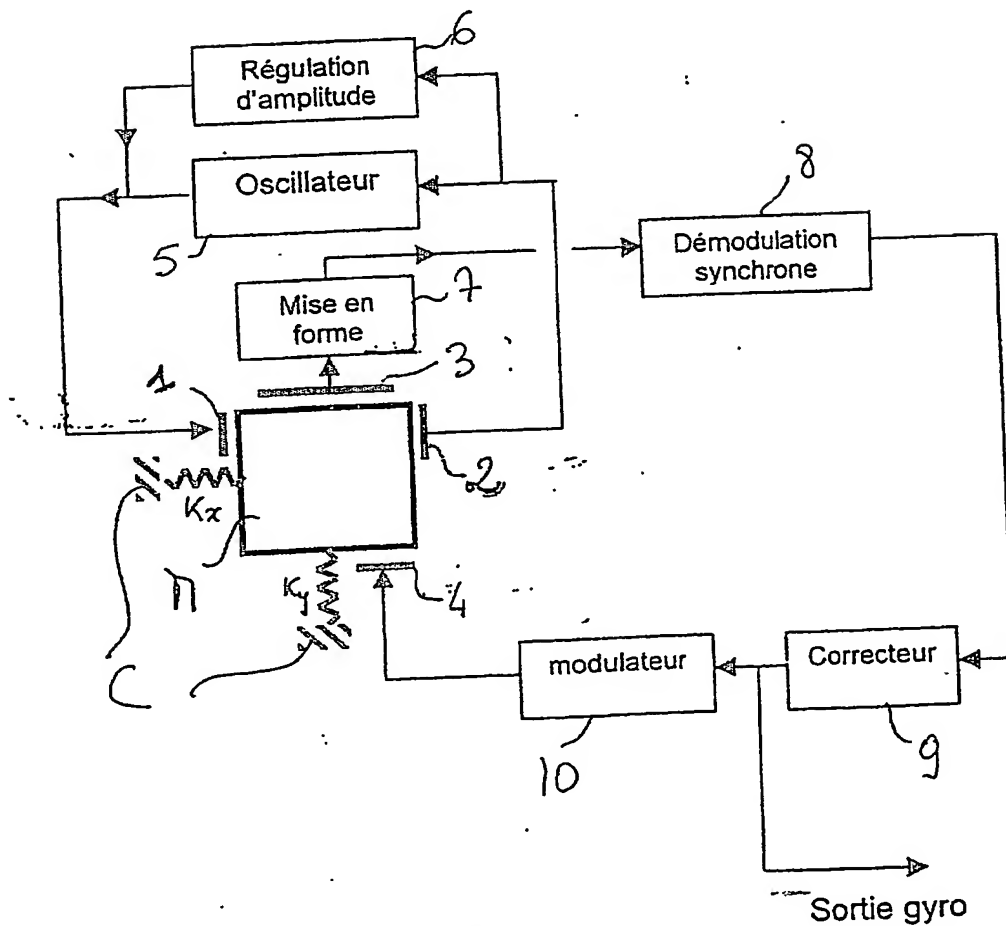


Figure 2

Sortie gyro

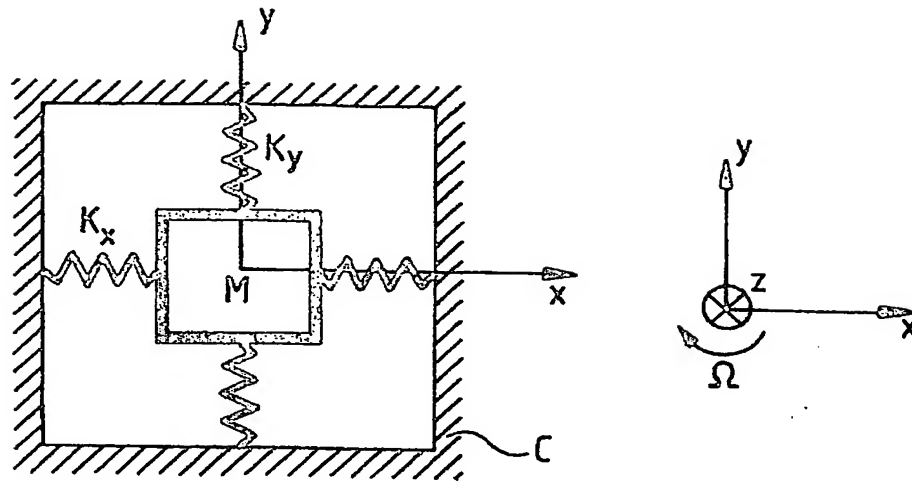


FIG. 1

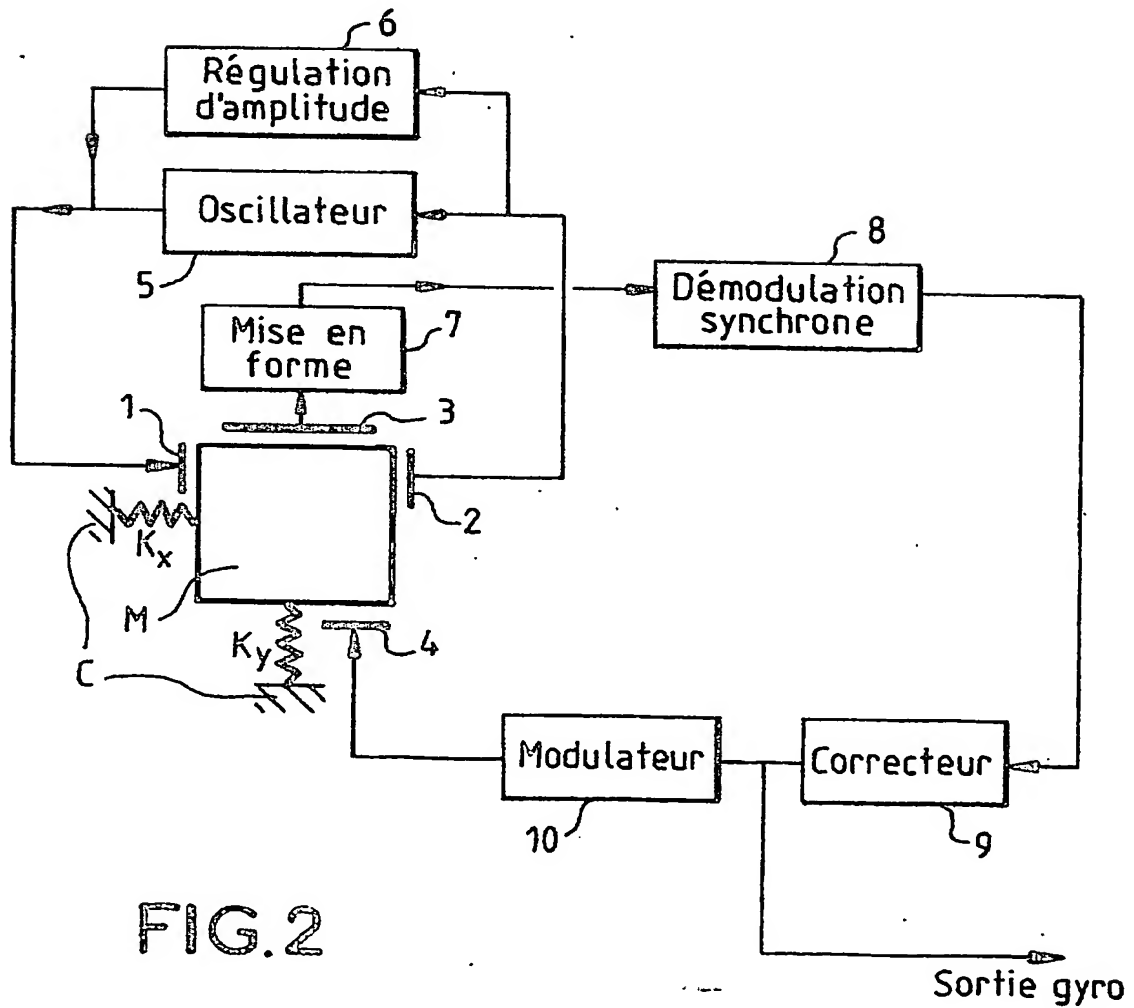


FIG. 2



2/10

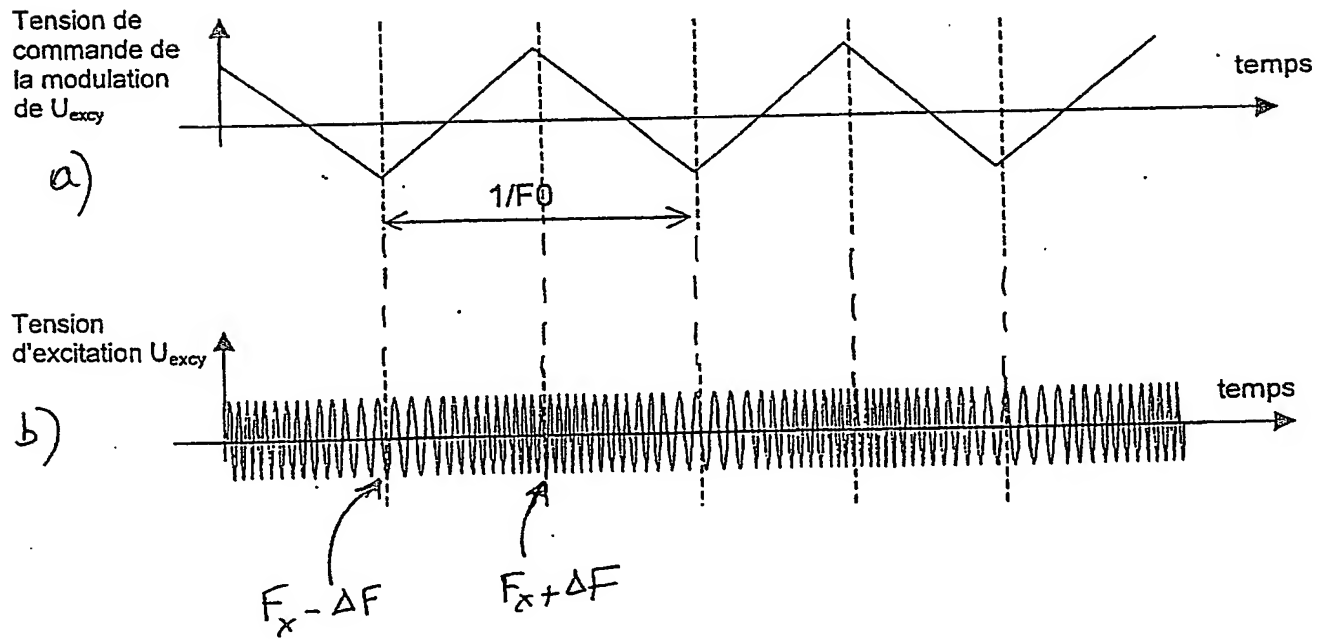
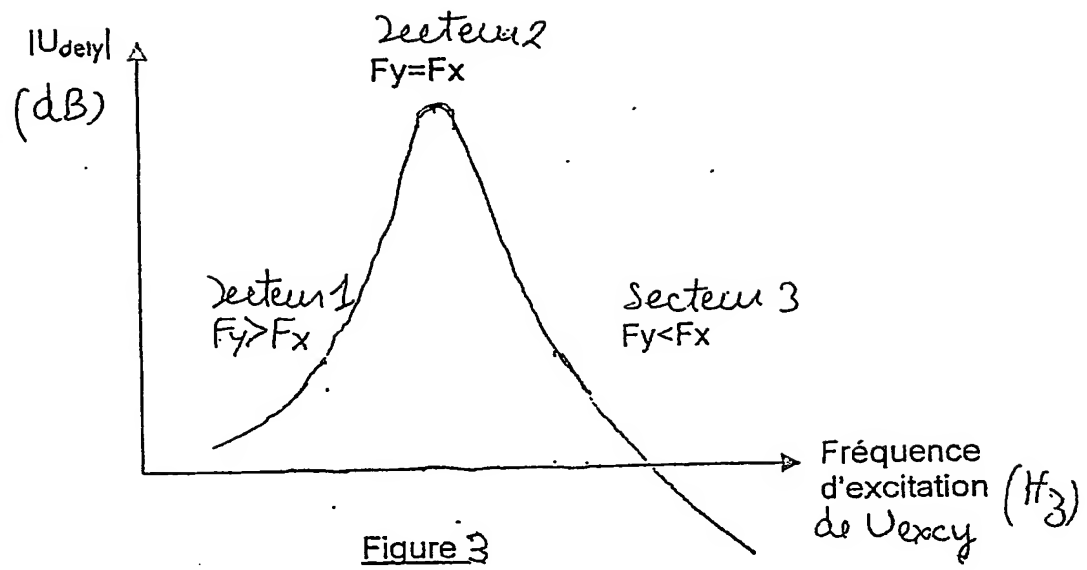
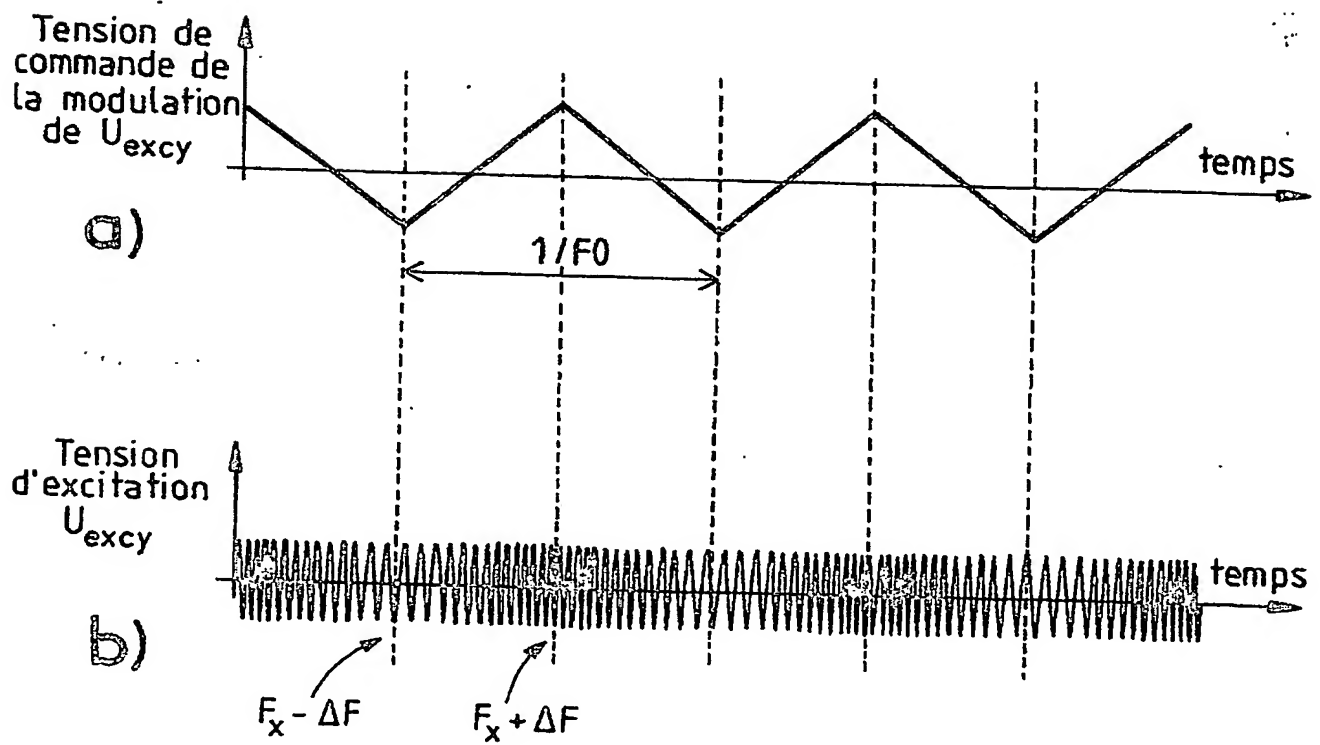
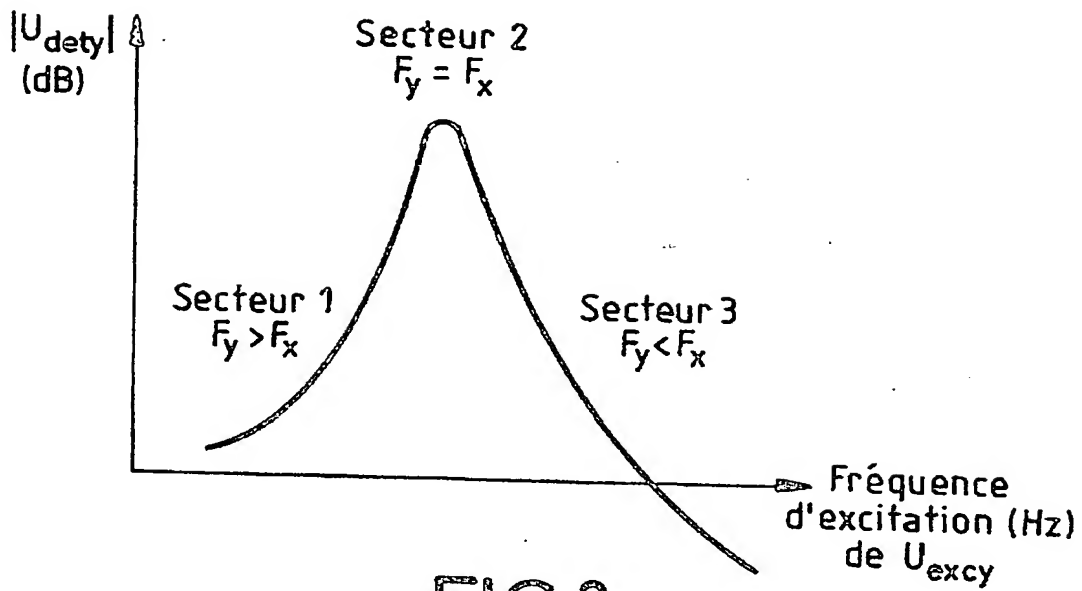
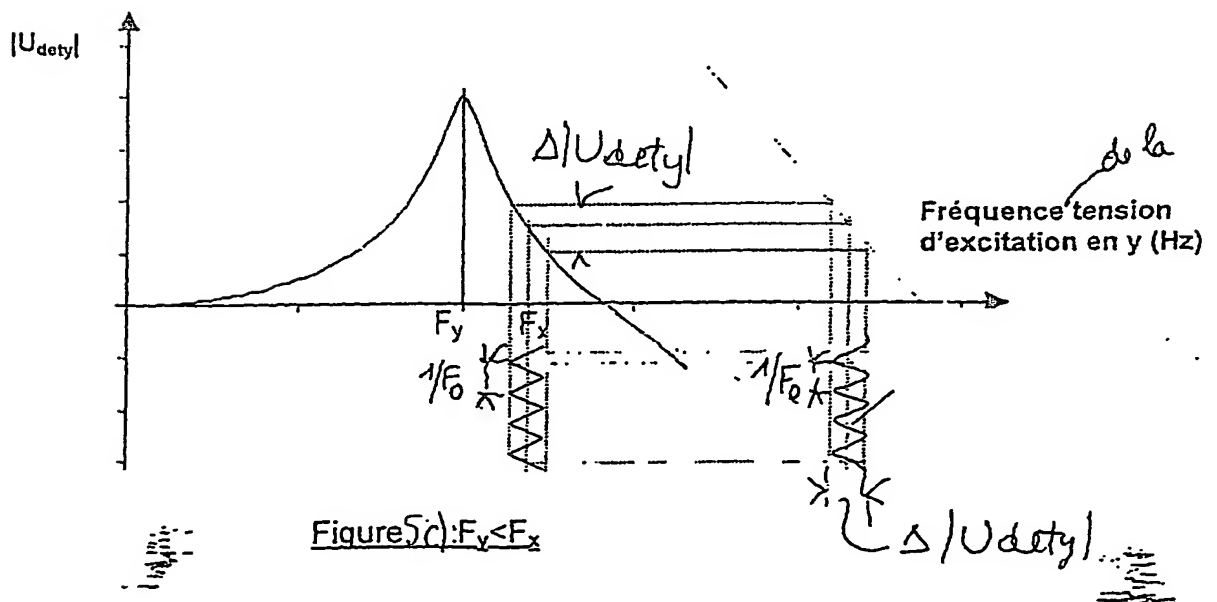
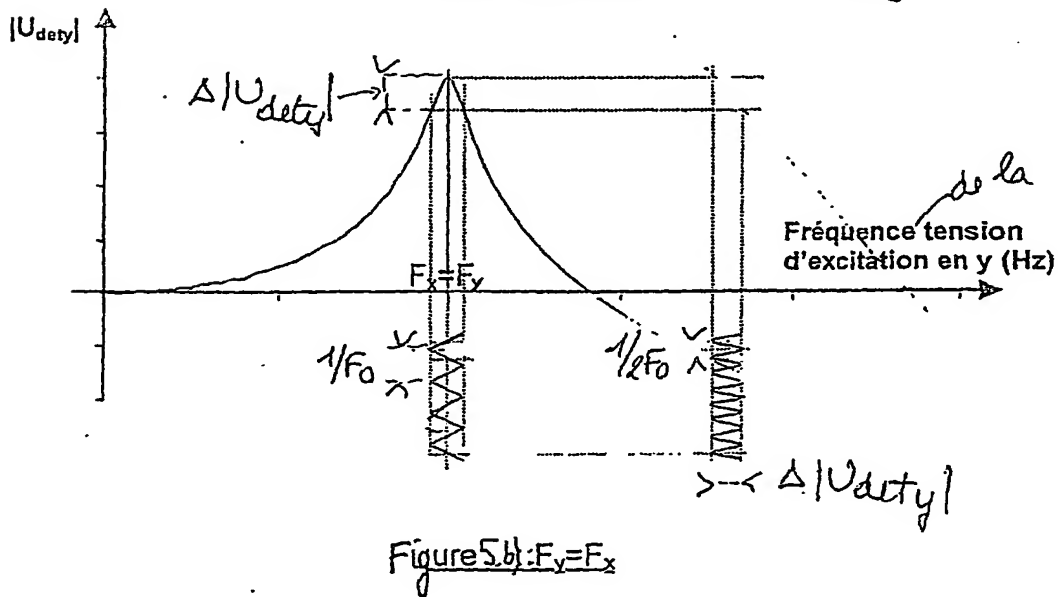
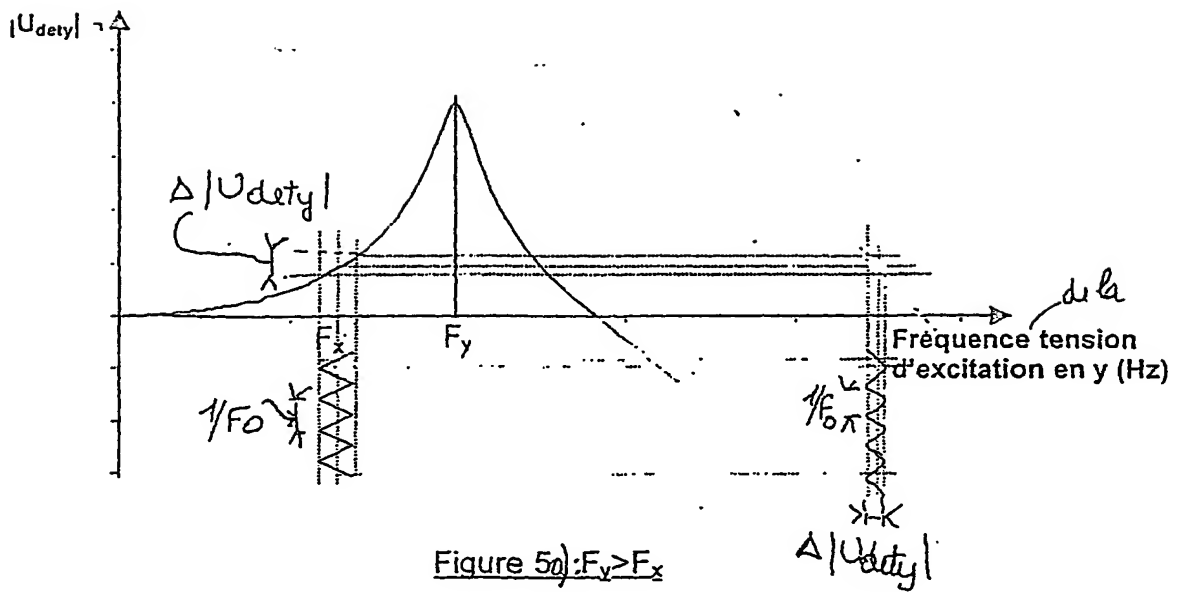
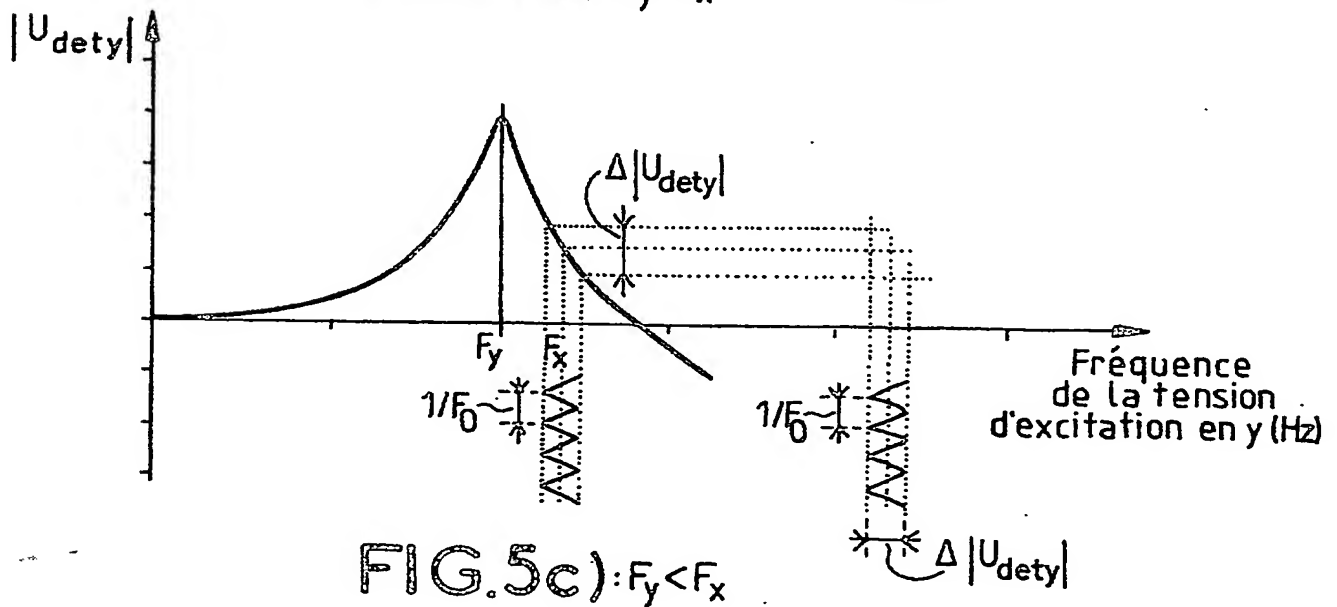
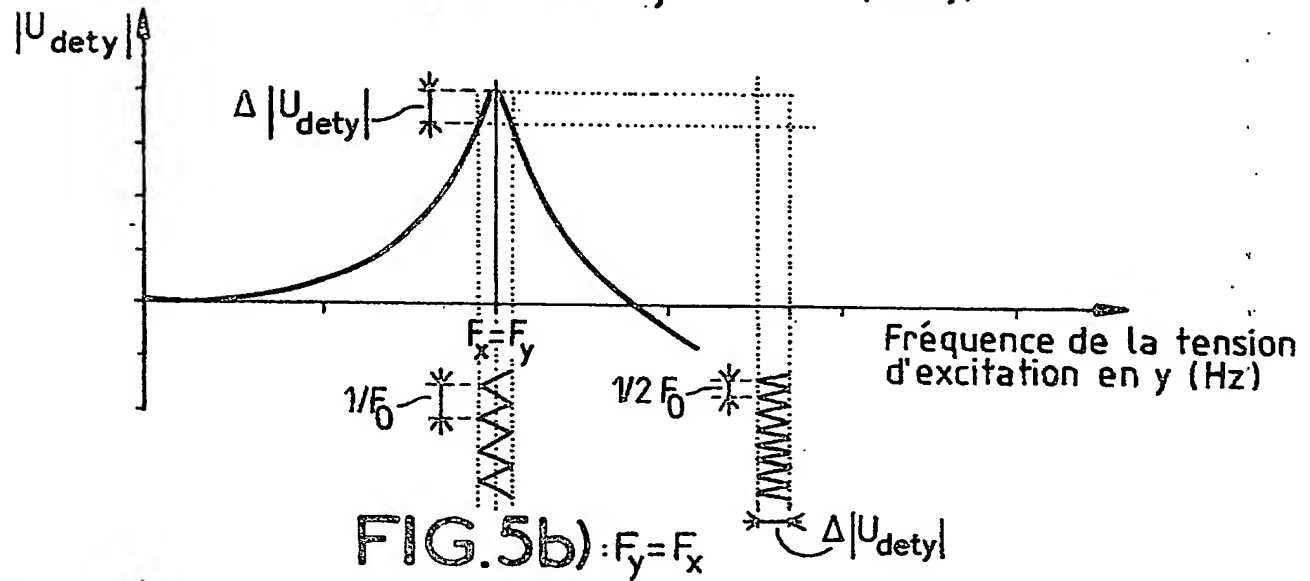
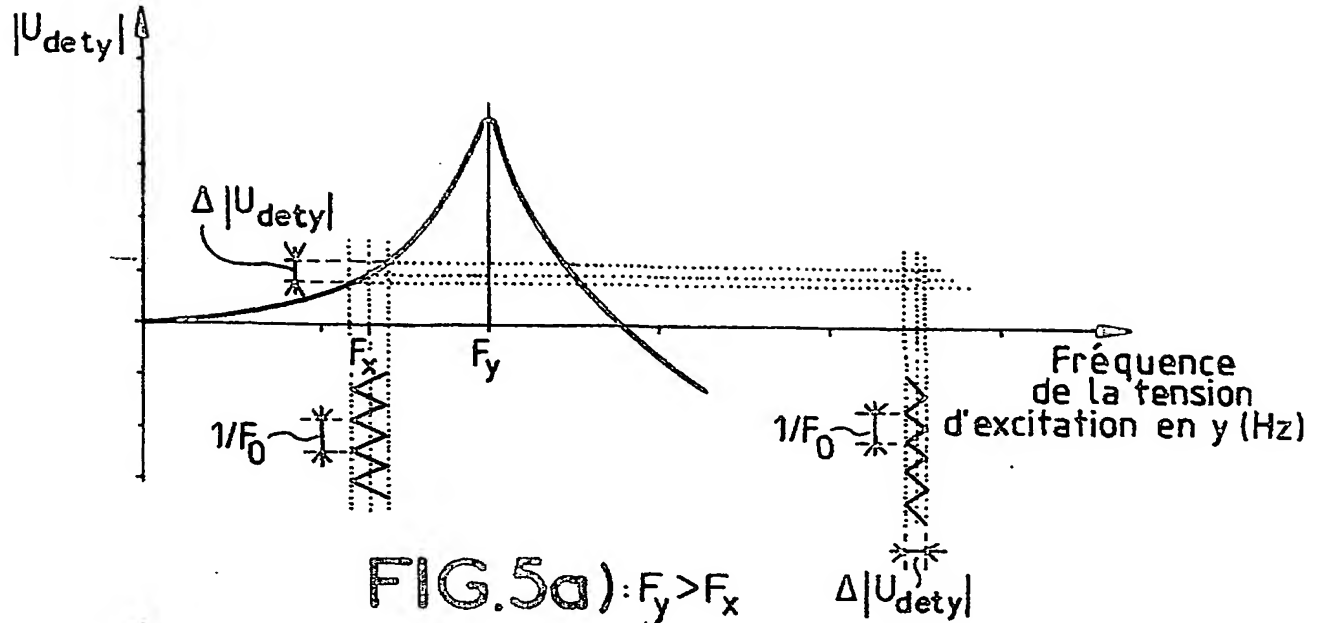


fig 4









$$F_x \neq F_y$$

tension de  
détection  $U_{dety}$

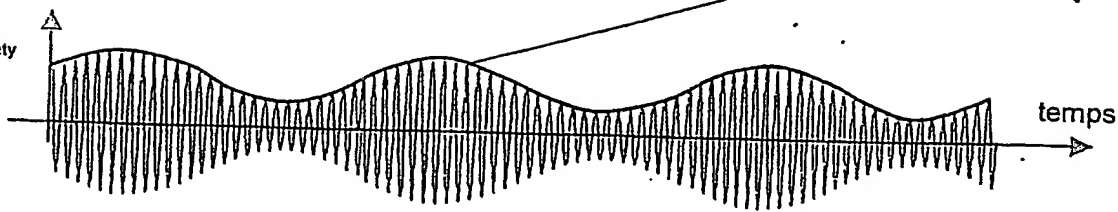


Figure 6a)

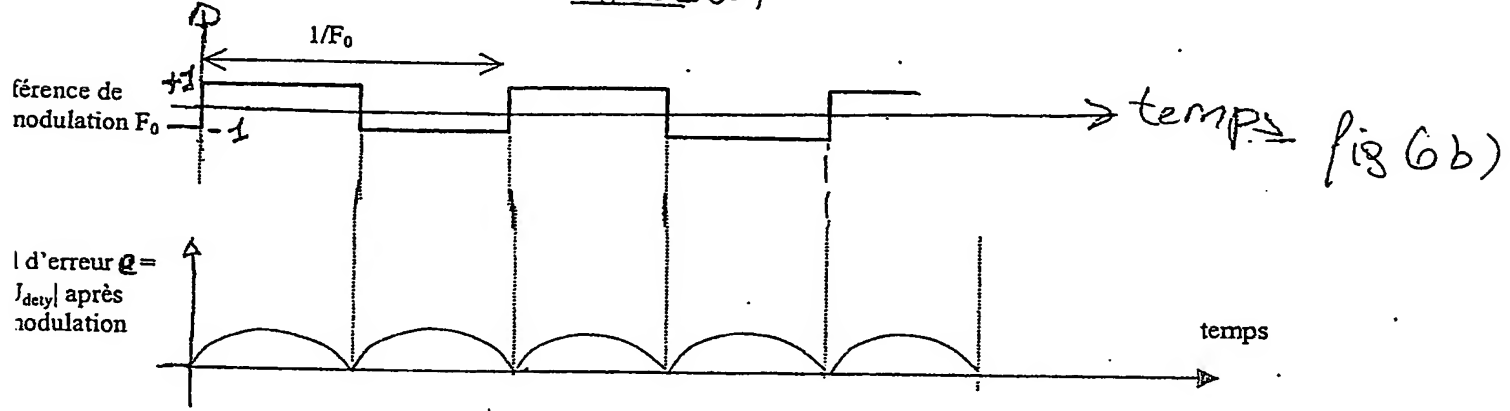


fig 6c)

$$F_x \neq F_y$$

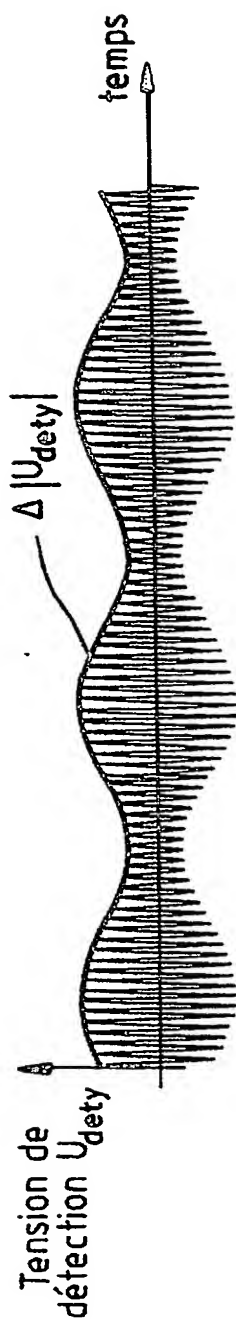


FIG. 6a

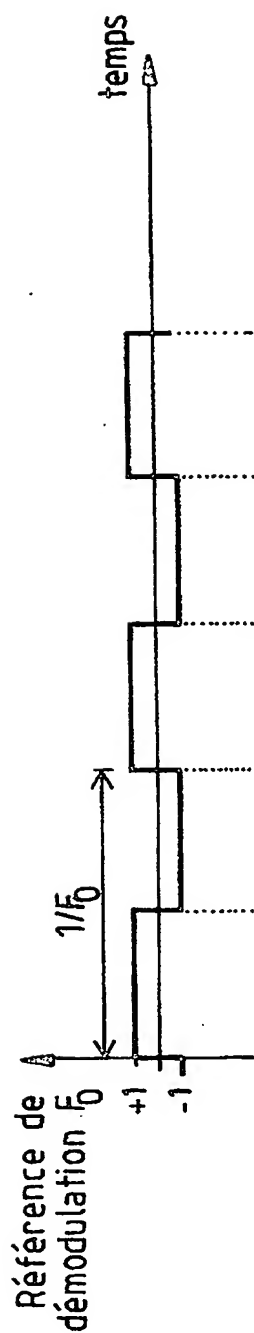


FIG. 6b

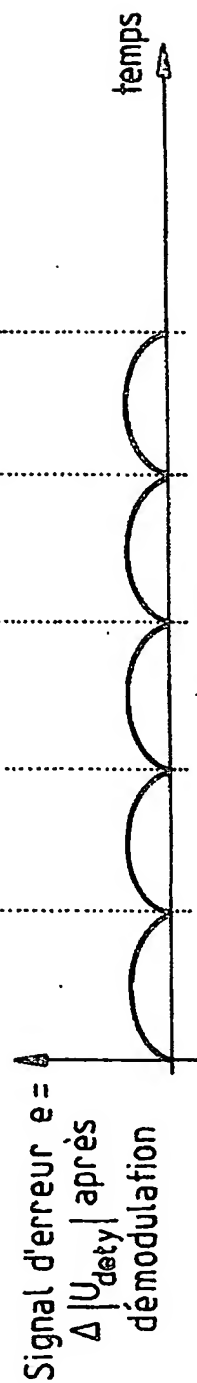


FIG. 6c

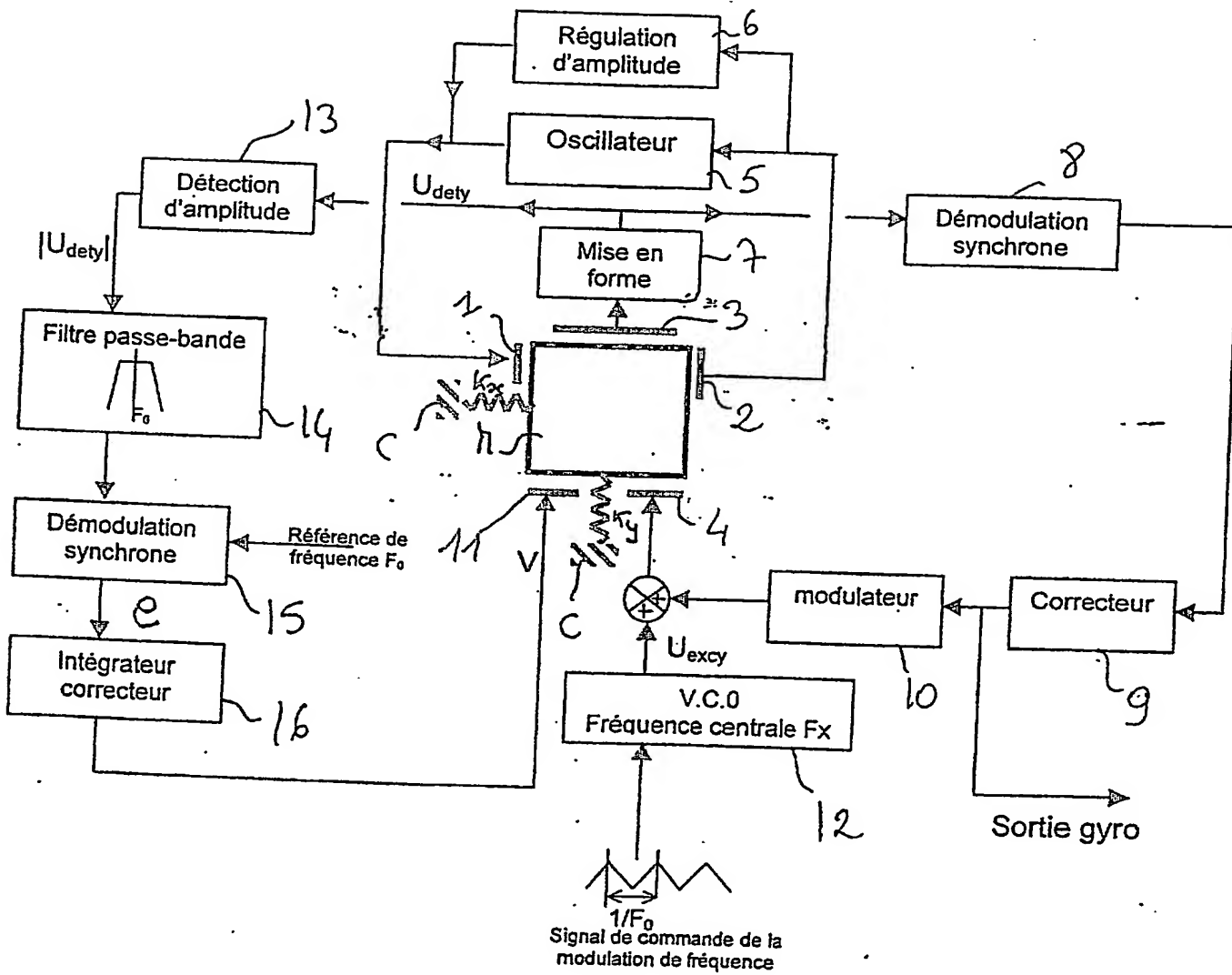


Figure 7

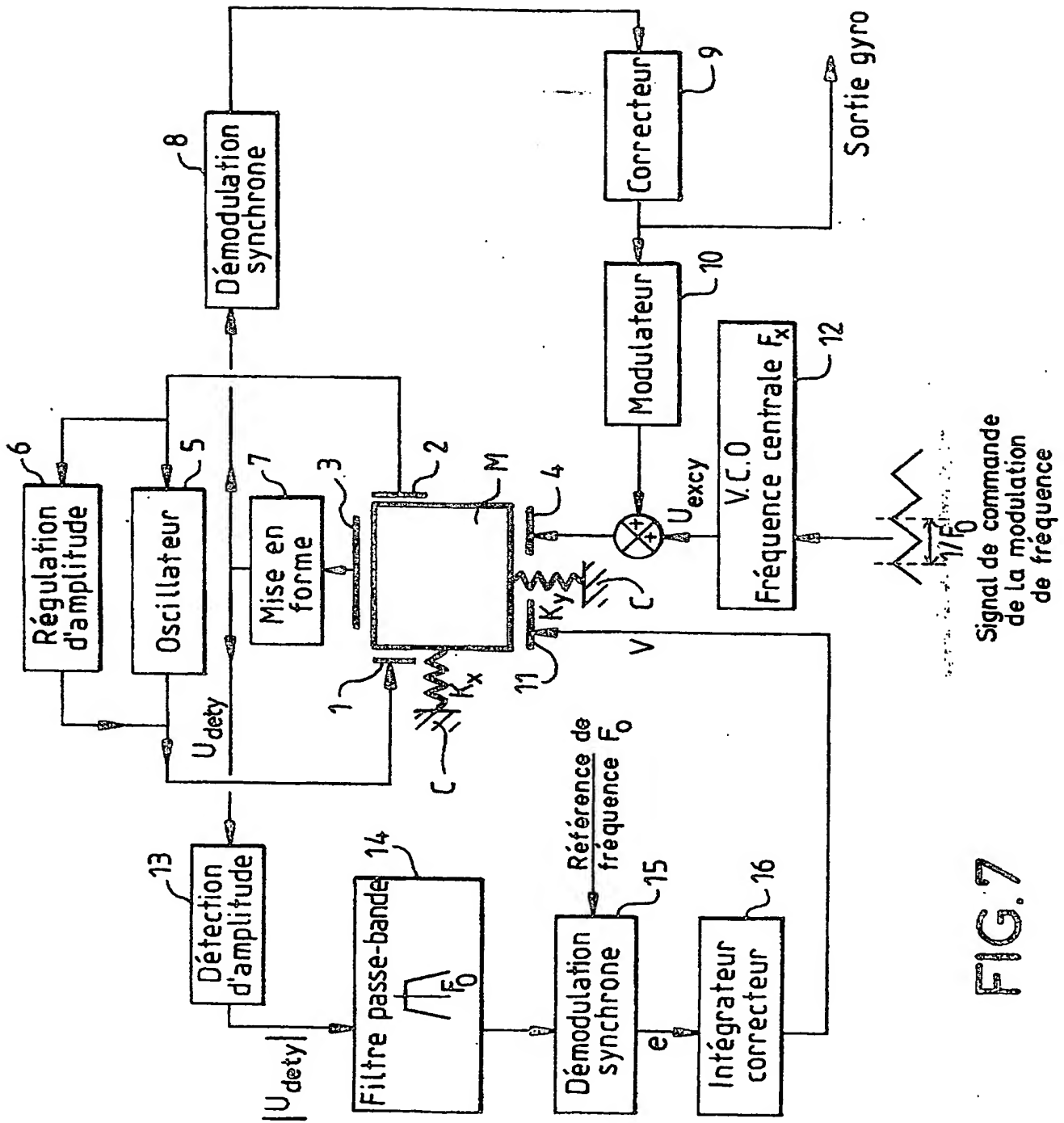
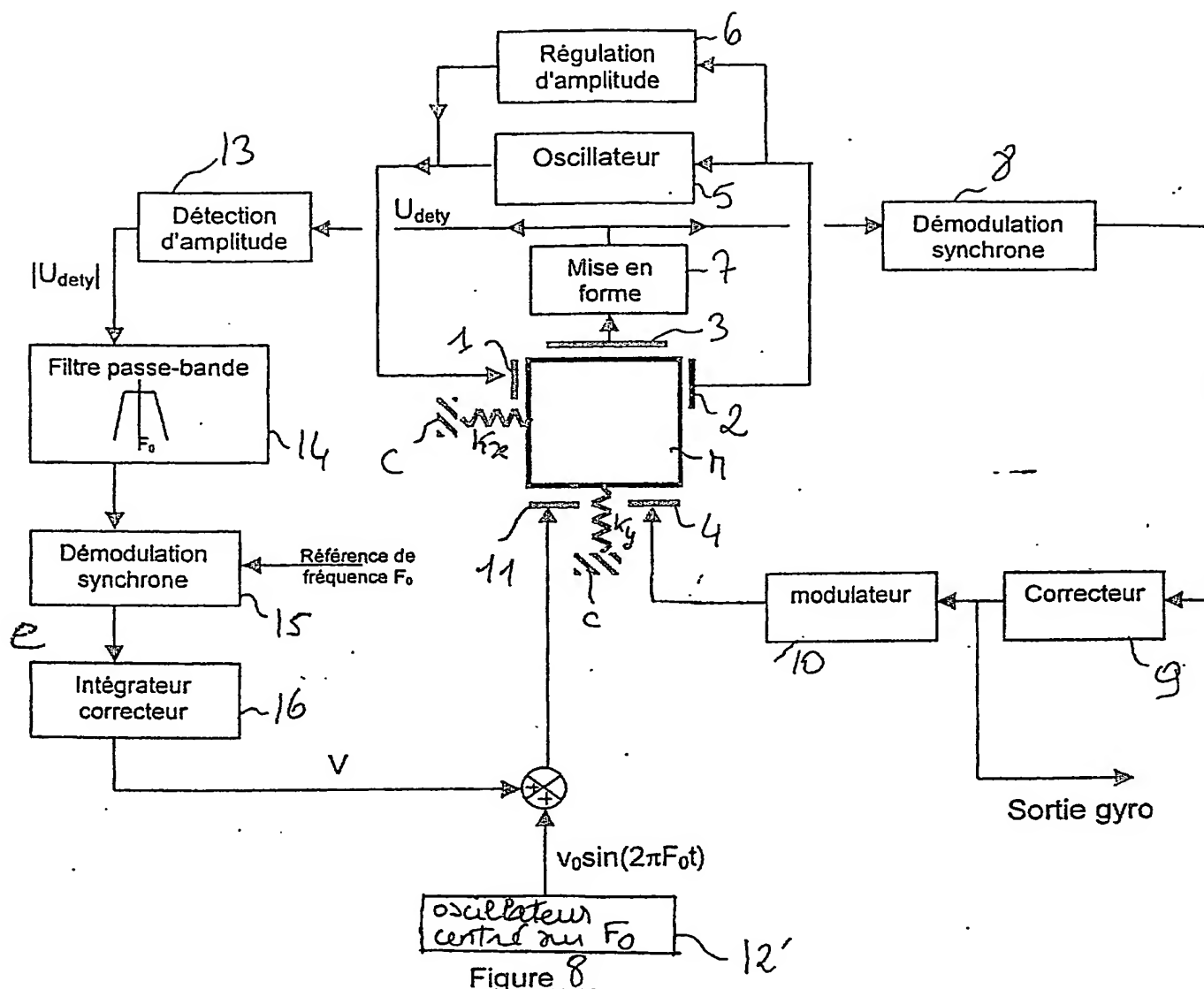


FIG. 7





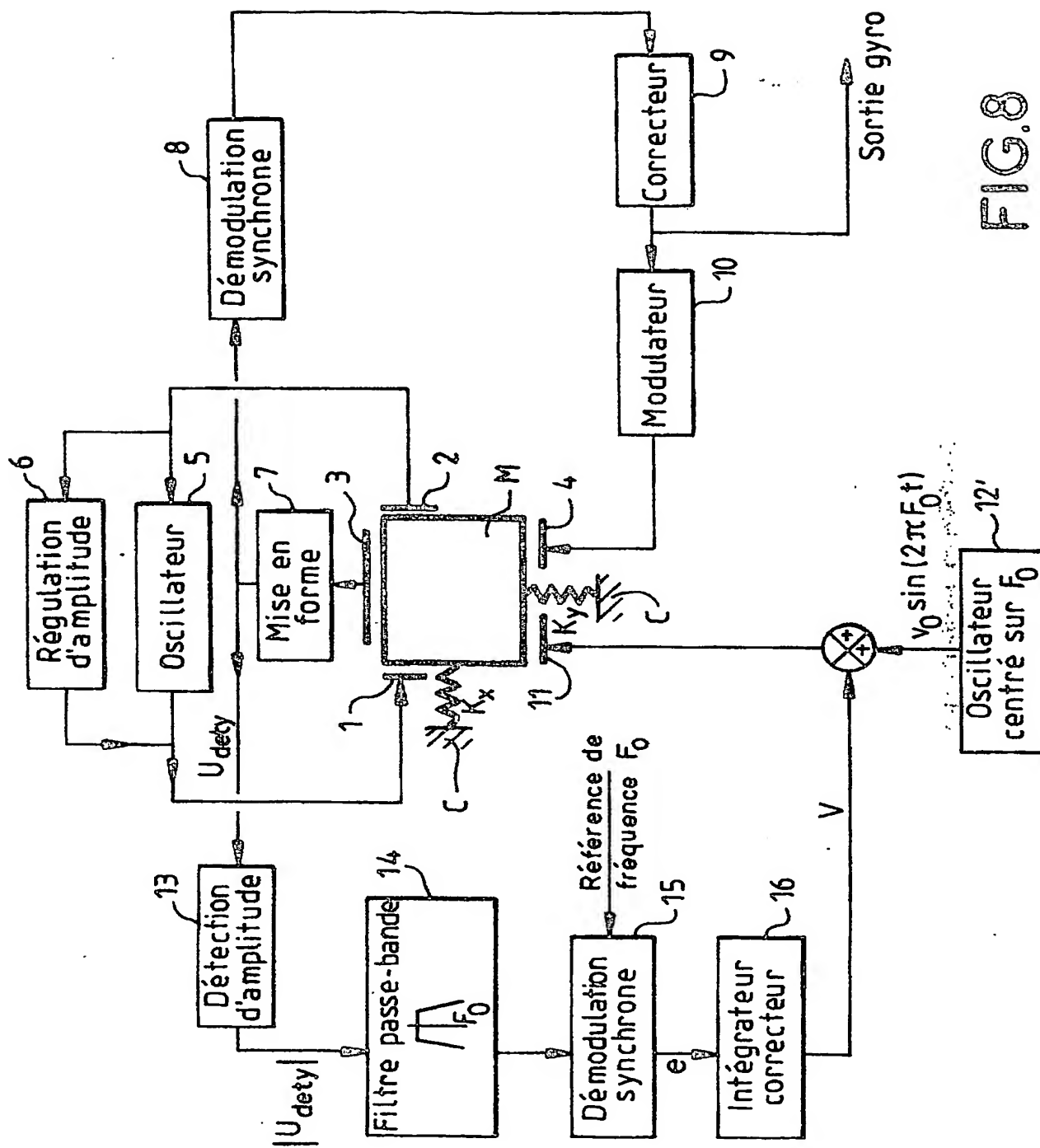


FIG. 8



DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

N° 11 235 0

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1.. / 1..

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

08 113 W / 26089

Vos références pour ce dossier (facultatif)		62 975	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		0216 365	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)			
GYROMETRE VIBRANT AVEC ASSERVISSEMENT DE LA FREQUENCE DE DETECTION SUR LA FREQUENCE D'EXCITATION			
LE(S) DEMANDEUR(S) :			
THALES			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		GALLON	
Prénoms		Pierre	
Adresse	Rue	THALES Intellectual Property 13, Avenue du Président Salvador Allende	
	Code postal et ville	94117 ARCUEIL CEDEX	
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		CHAUMET	
Prénoms		Bernard	
Adresse	Rue	THALES Intellectual Property 13, Avenue du Président Salvador Allende	
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)			
Marie-Pierre HENRIOT			

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

PCT Application  
**PCT/EP2003/051053**

